

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Definisi Elevator Lift**

Elevator sangkar atau biasanya disebut dengan nama lift merupakan suatu alat yang ditunjukan khusus untuk mengangkat barang atau penumpang secara vertikal di dalam sangkar yang bergerak pada rel penuntun tetap. Lift banyak digunakan pada industri dan tempat tinggal (Rudenko,1992)

#### **2.2 Bagian Bagian Lift Penggerak Motor**

Rudenko (1992) mengatakan bahwa elevator lift penggerak motor memiliki beberapa bagian utama yang tentunya bagian tersebut sangat penting dalam lift, diantaranya adalah :

1. Sangkar atau kereta
2. Rel penuntun
3. Pengimbang
4. Lorong elevator
5. Peralatan penggantung
6. Mesin pengangkat
7. Alat pengaman
8. Kendali elektrik

##### **2.2.1 Sangkar**

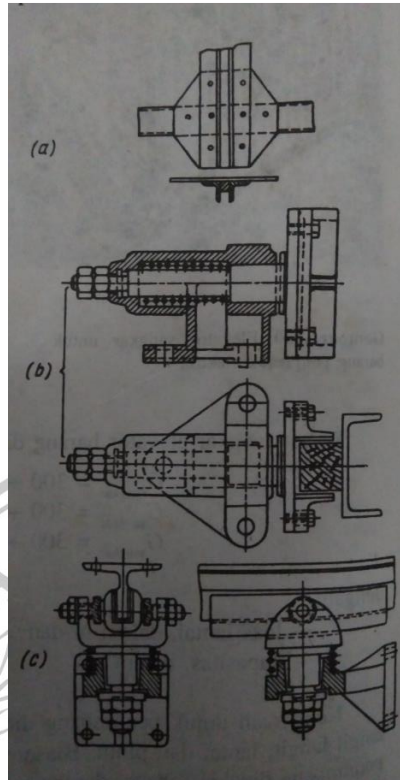
Sangkar atau kereta berfungsi untuk barang atau penumpang. Kereta harus tertutup dan dilengkapi dengan dua pintu pada satu sisi atau dua sisi untuk keluar atau masuk. Sangkar harus kokoh, ringan, dan sederhana desainnya. Contoh dari sangkar sederhana bisa dilihat pada Gambar 2.1 (Rudenko, 1992).



Gambar 2. 1 Sangkar Elevator Penumpang  
(Sumber : <https://medium.com>)

### 2.2.2 Alat Penuntun

Sangkar atau kereta bergerak di dalam lorong pada rel penuntun yang terpasang tetap. Untuk keperluan ini kedua sisi kendaraan diberi dua penuntun yang bentuknya sesuai dengan rel (Rudenko, 1992). Gambar 2.2 adalah berbagai desain pada rel penuntun.



Gambar 2. 2 Penuntun Sangkar Elevator

(Sumber : Rudenko, hal 354)

- a) Penuntun konvensional untuk elevator barang yang terdiri dua besi siku yang bergeser sepanjang rel.
- b) Penuntun untuk lift penumpang dengan pegas ulir yang menekan ujung batang penuntun pada rel. penuntun ini ditekan pada tempat yang sempit di antara dua rel sehingga mencegah ketidak serasian sangkar.
- c) Penuntun brengsel untuk rel T – khusus. (Rudenko, 1992)

Ketika mendesain rel penuntun juga pemasangannya perlu mengetahui jika selama lift bertaut dengan penahan pengaman, jika tali terputus, di samping bobot sangkar yang bermuatan, rel harus mampu menahan benturan yang disebabkan terserapnya energy sangkar yang jatuh. Energi akibat bobot sangkar  $G$  dengan muatan  $Q$  dapat dilihat pada persamaan 2.1 yang dirujuk dari Rudenko (1992).

$$\frac{m.v^2}{2} = \frac{Q+G_{\text{sangkar}}}{2.g} \times V^2 \quad (2.1)$$

Dengan  $V$  adalah kecepatan tempuh dalam meter perdetik dan  $g$  adalah percepatan gravitasi sebesar  $9,81 \text{ m/detik}^2$ .

### 2.2.3 Lorong Elevator

Lorong adalah ruangan sangkar lift bergerak. Pada samping sangkar, lorong tersebut berisi rel penuntun, pengimbang, roda puli tali, dan mesin pengangkat. Ukuran penampang lorong diatur sedemikian rupa sehingga menjamin gerak sangkar secara bebas. Dimensi lorong dan ruang mesin elevator sudah distandartkan (Rudenko, 1992). Gambar 2.6 melihatkan rangka lorong elevator dengan penggerak motor yang terbuat dari logam.

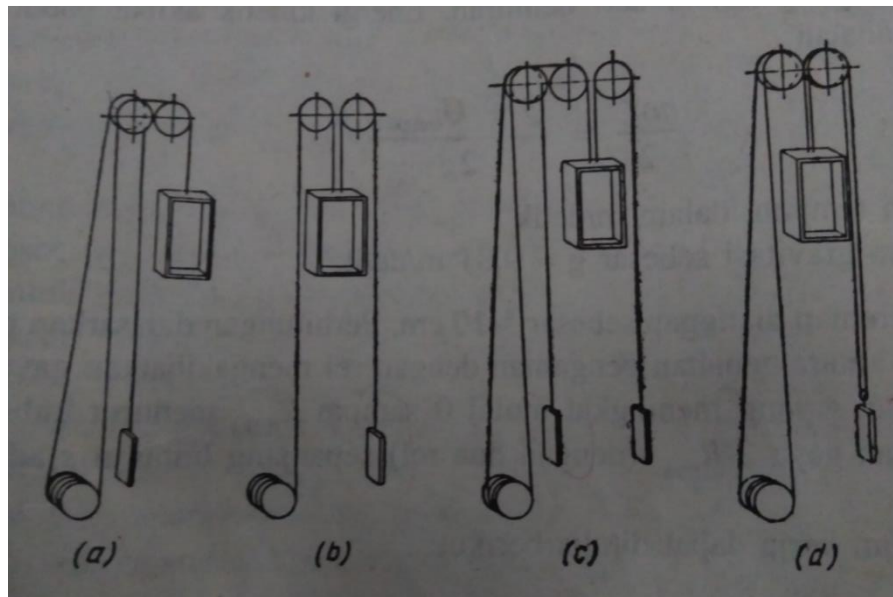


Gambar 2. 3 Lorong Elevator Dengan Pergerak Motor

(Sumber : [www.overlandenviro.com](http://www.overlandenviro.com))

### 2.2.4 Pengimbang Elevator

Untuk menghilangkan beban pada mesin pengangkat maka bobot sangkar perlu diimbangi dengan beban tambahan pengimbang dengan tali pada sangkar (Rudenko, 1992). Gambar 2.4 menunjukan pemakaian pengimbang dan sangkar elevator yang digerakkan mesin pengangkat.



Gambar 2. 4 Penggunaan Pengimbang dan Sangkar

(Sumber : Rudenko, hal 356)

Menentukan bobot penngimbang bisa dengan menggunakan rumus yang merupakan untuk perhitungan bobot pengimbang dapat dilihat pada persamaan 2.2 yang dirujuk dari Rudenko (1992).

$$\text{Pengimbang} = G_{\text{sangkar}} + (0,5 \times Q) \quad (2.2)$$

Dimana  $G_{\text{sangkar}}$  merupakan bobot dari sangkar dan  $Q$  adalah kapasitas maksimum dari sebuah lift tersebut.

Pengimbang terbuat dari coran besi cor kelabu dengan desain yang berlapis yang akan memudahkan pengaturan bobot dan menyederhanakan perakitan. Bentuk pengimbang haruslah sedemikian rupa sehingga menggunakan penampang lorong sebaik mungkin. Baik pengimbang maupun sangkar harus meluncur di dalam rel penuntun yang diatur sepanjang tinggi lorong tersebut (Rudenko,1992). Pengimbang elevator bisa dilihat pada gambar 2.5 yang merupakan desain dari pengimbang.





Gambar 2. 5 Pengimbang Elevator Sangkar

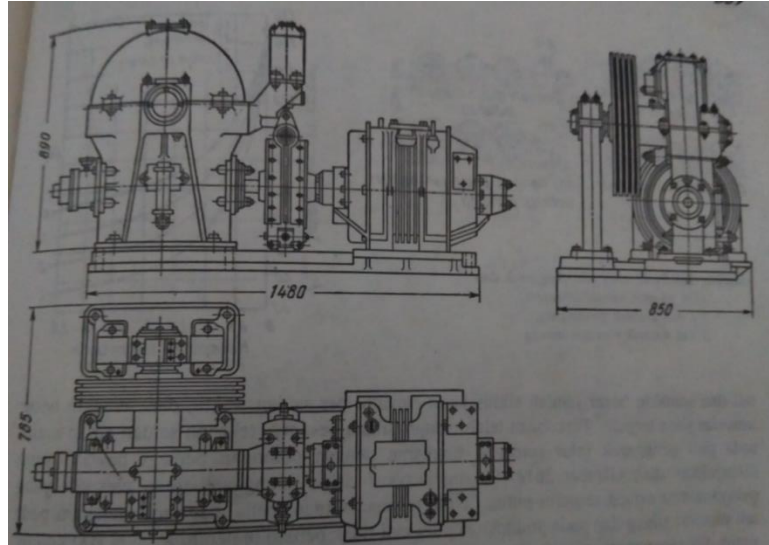
(Sumber : [www.dir.indiamart.com](http://www.dir.indiamart.com))

#### **2.2.5 Peralatan Penggantung**

Tali kawat pintalan sejajar atau silang merupakan perabot pengangkat fleksibel yang menggantung sangkar. Tali untuk sangkar dan pengimbang dapat dipilih dengan mengambil nilai keamanan. Untuk mengefektifkan tali yang berdiameter lebih kecil sangkar dan pengimbang digantung dengan dua, empat, atau enam utas tali (Rudenko, 1992).

#### **2.2.6 Mesin Pengangkat**

*Traction type elevator* menggunakan mesin pengangkat jenis dan roda puli penggerak. Pada desain dengan drum tali yang menahan sangkar diikatkan pada drum dan dililitkan ke permukaannya, pada desain roda puli penggerak tali dilewati oleh puli yang digerakkan oleh gaya gesek (Rudenko, 1992). Mesin penggerak roda puli untuk *traction type elevator* ditunjukkan oleh gambar 2.6.

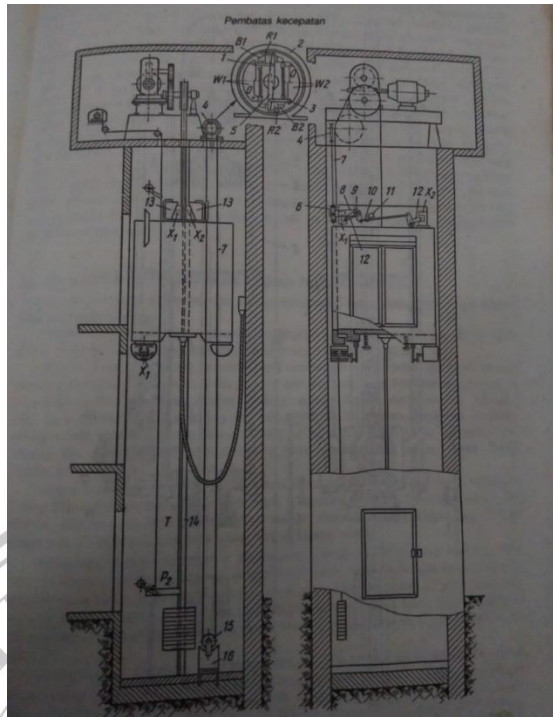


Gambar 2. 6 Mesin Pengangkat Elevator

(Sumber : Mesin Pemindah Bahan, hal 359)

#### 2.2.7 Alat Pengaman Elevator

Sangkar dari semua elevator perlu dilengkapi dengan pengaman khusus yaitu penahan yang menghentikan sangkar secara otomatis bila tali putus maupun kendur. Penahan akan menghentikan sangkar bila satu tali putus atau semuanya putus secara bersamaan, bila tali dibebani dari tali lainnya, jika semua tali kendur disaat bersamaan, dan kecepatan penurunan menjadi terlalu cepat. Biasanya penahan beroperasi dengan daya yang diberikan oleh pegas, bobot sangkar atau bobot pengimbang atau gaya udara bertekanan (Rudenko, 1992) Gambar 2.7 memperlihatkan alat pengaman yang dibuat oleh pabrik Podyemnik.



Gambar 2. 7 Penahan Pengaman Dibuat Pabrik Podyemnik

(Sumber : Mesin Pemnidadah Bahan, hal 363)

### 2.3 Perencanaan Kapasitas Lift

Untuk menentukan kapasitas dari elevator lift tidak boleh sembarangan karena menyangkut keefektifan lift itu bekerja. Tabel 2.1 merupakan rekomendasi untuk memilih kapasitas lift yang akan dibangun pada suatu gedung.



Tabel 2. 1 Rekomendasi Kapasitas Lift dalam Kilogram

| Model  |          | Speed |       | Door Opening |            | Car Size (W x Dmm) |               | Hoistway Size (W x Dmm) |      |      | Motor  | Rope       |
|--------|----------|-------|-------|--------------|------------|--------------------|---------------|-------------------------|------|------|--------|------------|
| Person | Cap (kg) | M/min | M/sec | Type         | W x D      | Internal Size      | External Size | AH x BH                 | PIT  | OH   | ( kw ) | Dia x Rope |
|        |          |       |       |              | JJ x HH    | AA x BB            | AS x BS       |                         |      |      |        |            |
| P 6    | 450      | 45    | 0,75  | SO           | 800 x 2100 | 1000 x 1200        | 1050x 1432    | 1750 x 1900             | 1550 | 4100 | 1,8    | 4 x Ø8     |
|        |          | 60    | 1,0   |              |            |                    |               |                         | 1550 | 4100 | 3,0    |            |
| P 8    | 550      | 60    | 1,0   | CO           | 800 x 2100 | 1300 x 1100        | 1350 x 1265   | 2000 x 1800             | 1550 | 4100 | 4,3    | 4 x Ø8     |
|        |          | 90    | 1,5   |              |            |                    |               |                         | 1850 | 4300 | 6,8    |            |
| P 9    | 600      | 60    | 1,0   | CO           | 800 x 2100 | 1300 x 1200        | 1350 x 1345   | 2000 x 1800             | 1550 | 4100 | 4,3    | 4 x Ø8     |
|        |          | 90    | 1,5   |              |            |                    |               |                         | 1850 | 4300 | 6,8    |            |
| P 10   | 680      | 60    | 1,0   | CO           | 800 x 2100 | 1300 x 1350        | 1350 x 1515   | 2000 x 1900             | 1550 | 4100 | 5,4    | 5 x Ø10    |
|        |          | 90    | 1,5   |              |            |                    |               |                         | 1850 | 4300 | 8,6    |            |
| P 11   | 750      | 60    | 1,0   | CO           | 800 x 2100 | 1300 x 1400        | 1350 x 1565   | 2000 x 1950             | 1550 | 4100 | 5,4    | 5 x Ø10    |
|        |          | 90    | 1,5   |              |            |                    |               |                         | 1850 | 4300 | 8,6    |            |
| P 13   | 900      | 60    | 1,0   | CO           | 900 x 2100 | 1500 x 1400        | 1550 x 1565   | 2200 x 1950             | 1550 | 4100 | 6,4    | 5 x Ø10    |
|        |          | 90    | 1,5   |              |            |                    |               |                         | 1850 | 4300 | 10,7   |            |
| P 15   | 1000     | 60    | 1,0   | CO           | 900 x 2100 | 1500 x 1600        | 1550 x 1765   | 2200 x 2050             | 1550 | 4100 | 6,4    | 5 x Ø10    |
|        |          | 90    | 1,5   |              |            |                    |               |                         | 1850 | 4300 | 10,7   |            |

([www.drive.google.com/file/d/0B8gdFJJCZVpORkdX1b2ltX2s/view](http://www.drive.google.com/file/d/0B8gdFJJCZVpORkdX1b2ltX2s/view))

## 2.4 Perencanaan Sangkar

Ada beberapa tahapan untuk merencanakan suatu sangkar pada elevator lift, berikut adalah tahapan tersebut.

### 2.4.1 Luas Lantai

Luas lantai didapatkan dari tabel 2.1 dengan melihat kapasitas yang dipilih atau ditentukan.

### 2.4.2 Berat Sangkar

Perhitungan berat sangkar dipengaruhi oleh luas lantai dari sangkar suatu elevator lift, oleh sebab itu didapatkan rumus 2.3

$$W = \rho \times V \quad (2.3)$$

Dimana : W = Berat bagian sangkar (kg)

$\rho$  = Massa jenis bahan (kg/mm<sup>3</sup>)

V = Volume bagian sangkar (mm<sup>3</sup>)

## 2.5 Perencanaan Pengimbang

Untuk menghitung berat pengimbang yang digunakan maka bisa menggunakan persamaan 2.4 yang dirujuk dari Rudenko (1992).

$$G_{\text{pengimbang}} = G_{\text{sangkar}} + 0,5 \times Q \quad (\text{kg}) \quad (2.4)$$

Dimana :  $G_{\text{sangkar}}$  : Berat sangkar (kg)

$Q$  : Kapasitas (kg)

## 2.6 Daya Motor

Perencanaan daya motor dimaksudkan supaya motor penggerak mampu mengangkat sangkar lift. Menghitung daya motor bisa menggunakan persamaan 2.5 yang dirujuk dari Rudenko (1992).

$$N_{\text{motor}} = \frac{Q \times V}{75 \times \eta} \quad (\text{hp}) \quad (2.5)$$

Dimana :  $Q$  = Beban yang diangkat (kg)

$V$  = Kecepatan (m/s)

$\eta$  = Efisiensi total mekanis

## 2.7 Perencanaan Tali Baja

Tali baja merupakan salah satu komponen elevator lift yang sangat penting karena difungsikan sebagai penerus sistem pengangkat untuk mengangkat lift dan pengimbang. Untuk merancang tali baja ada beberapa tahapan tersendiri agar didapatkan dimensi yang pas dan tali baja yang pas.

### 2.7.1 Perhitungan Tarikan Maksimum pada Tali

Menghitung tarikan maksimum tali dapat menggunakan persamaan 2.6 yang dirujuk dari Rudenko (1992).

$$S_w = \frac{Q}{n \times \eta \times \eta_1} \quad (2.6)$$

Dimana :  $Q$  = Berat muatan yang diangkat (kg)

$n$  = Jumlah muatan puli yang menyangga muatan

$\eta$  = Efisiensi puli yang bisa dilihat pada tabel 2.2

$\eta_1$  = Efisiensi yang disebabkan akibat kerugian tali

Tabel 2. 2 Efisiensi Puli

| Puli Tunggal |                           | Puli Ganda  |                           | Efisiensi  |  |
|--------------|---------------------------|-------------|---------------------------|--|--|
| Jumlah Alur  | Jumlah puli yang berputar | Jumlah Alur | Jumlah puli yang berputar | Gesekan pada permukaan puli (faktor resiste satu puli) | Gesekan pada permukaan puli (faktor resiste satu puli) |
| 2            | 1                         | 4           | 2                         | 0,951  | 0,971  |
| 3            | 2                         | 6           | 4                         | 0,906  | 0,945  |
| 4            | 3                         | 8           | 6                         | 0,861  | 0,918  |
| 5            | 4                         | 10          | 8                         | 0,823  | 0,892  |
| 6            | 5                         | 12          | 10                        | 0,784  | 0,873  |

(Sumber : Rudenko, hal 41)

### 2.7.2 Pemilihan Tali Baja

Untuk bisa memilih tali baja harus menentukan kekuatan dari tali baja tersebut. Biasanya kekuatan tali kawat baja adalah 130 sampai dengan 200 kg/mm<sup>2</sup>. Kemudian menentukan kontruktksi tali yang ditunjukkan oleh tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Tali untuk Crane dan Pengangkat

| Faktor mula dari keamanan tali terhadap tegangan | Kontruksi Tali   |                |                    |                |                    |                |                    |                |
|--|--|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
|  | 6 x 19 = 114 + 1c  |                | 6 x 37 = 222 + 1c  |                | 6 x 61 = 366 + 1c  |                | 18 x 17 = 342 + 1c |                |
|  | Posisi berpotongan   | Posisi sejajar | Posisi berpotongan | Posisi sejajar | Posisi berpotongan | Posisi sejajar | Posisi berpotongan | Posisi sejajar |
|  | Jumlah serat yang patah pada panjang tertentu setelah tali dibuang |                |                    |                |                    |                |                    |                |
| Kurang6  | 12   | 6              | 22                 | 11             | 36                 | 18             | 36                 | 18             |
| 6-7  | 14   | 7              | 26                 | 13             | 38                 | 19             | 38                 | 19             |
| Di atas 7  | 16   | 8              | 30                 | 15             | 40                 | 20             | 40                 | 20             |

(Sumber : Rudenko, hal 36)

▪ Penampang Berguna Tali

Pada taling yang biasa dipakai oleh mesin pengangkat (kecuali tali pintalan kompon) adalah tali dengan 144, 222, dan 342 buah kawat, rumus penampang berguna tali bisa menggunakan persamaan 2.7, 2.8, 2.9 yang dirujuk dari Rudenko (1992).

$$F_{(144)} = \frac{Sw}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}}} \times 50000 \quad (2.7)$$

$$F_{(222)} = \frac{Sw}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}}} \times 36000 \quad (2.8)$$

$$F_{(342)} = \frac{Sw}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{min}}} \times 29000 \quad (2.9)$$

Dimana : Sw = Tarikan maksimum pada tali (kg)

$\sigma_b$  = Kekuatan putus tali

d/Dmin = Pengaruh jumlah lengkungan, bisa dilihat di tabel 2.4

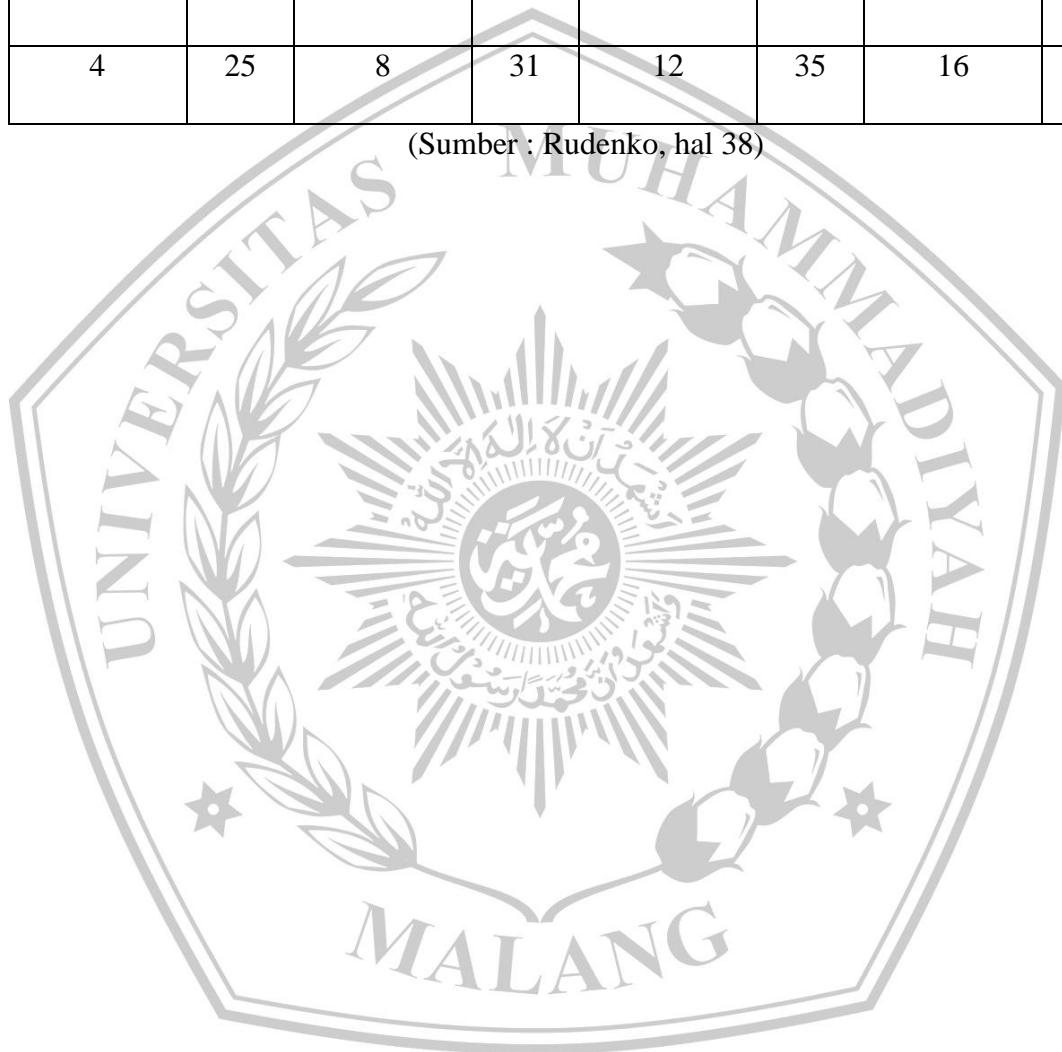
K = Faktor keamanan, ditunjukan oleh tabel 2.5



Tabel 2. 4 Hubungan nilai  $D_{min}/d$  dengan jumlah lengkungan

| Jumlah<br>lengkungan | $\frac{D_{min}}{d}$ | Jumlah<br>lengkungan | $\frac{D_{min}}{d}$ | Jumlah<br>lengkungan | $\frac{D_{min}}{d}$ | Jumlah<br>lengkungan | $\frac{D_{min}}{d}$ |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1                    | 16                  | 5                    | 26,5                | 9                    | 32                  | 13                   | 36                  |
| 2                    | 20                  | 6                    | 28                  | 10                   | 33                  | 14                   | 37                  |
| 3                    | 23                  | 7                    | 30                  | 11                   | 34                  | 15                   | 37,5                |
| 4                    | 25                  | 8                    | 31                  | 12                   | 35                  | 16                   | 38                  |

(Sumber : Rudenko, hal 38)



Tabel 2. 5 Faktor keamanan yang diizinkan

| Tipe Alat Pengangkat  | Digerakkan oleh : | Kondisi Kerja          | Faktor K | Faktor $e_1$ |
|---|-------------------|------------------------|----------|--------------|
| I. Lokomotif, caterpillar-mounted, traktor, dan truk yang mempunyai crane pillar (termasuk eskavator yang dioperasikan sebagai crane dan pengangkat mekanik pada daerah kontruksi dan pekerjaan berkala ) | Tangan            | Ringan                 | 4        | 16           |
|   | Daya              | Ringan                 | 5        | 16           |
|   | Daya              | Medium                 | 5,5      | 18           |
|   | Daya              | Berat dan sangat berat | 6        | 20           |
| II. Semua tipe lain dari crane dan pengangkat mekanis   | Tangan            | Ringan                 | 4,5      | 18           |
|   | Daya              | Ringan                 | 5        | 20           |
|   | Daya              | Medium                 | 5,5      | 25           |
|   | Daya              | Berat dan sangat berat | 6        | 30           |
| III. Derek yang dioperasikan dengan tangan dengan kapasitas beban terangkat diatas 1 ton yang digandeng pada berbagai peralatan otomotif  |                   |                        |          |              |
| IV. Pengangkat degan troli  | -                 | -                      | 4        | 12           |
|   | -                 | -                      | 5,5      | 20           |
| V. Idem untuk penangkat mekanik pada nomor 2  | -                 | -                      | 5        | 20           |
|   | -                 | -                      | 5        | 30           |

(Sumber : Rudenko, hal 42)

### 2.7.3 Kekuatan putus tali

Menentukan kekuatan putus tali bisa menggunakan persamaan 2.10 yang dirujuk dari Rudenko (1992).

$$P = \frac{S_w}{K} \text{ (kg)} \quad (2.10)$$

Dimana : P = Kekuatan putus tali yag sebenarnya (kg),

$K$  = Faktor keamanan yang didapat pada tabel 2.5

$Sw$  = Tarikan maksimum tali (kg)

## 2.8 Perencanaan Pulli

Diameter minimum pulli dapat ditentukan dengan persamaan 2.11 yang dirujuk dari Rudenko (1992).

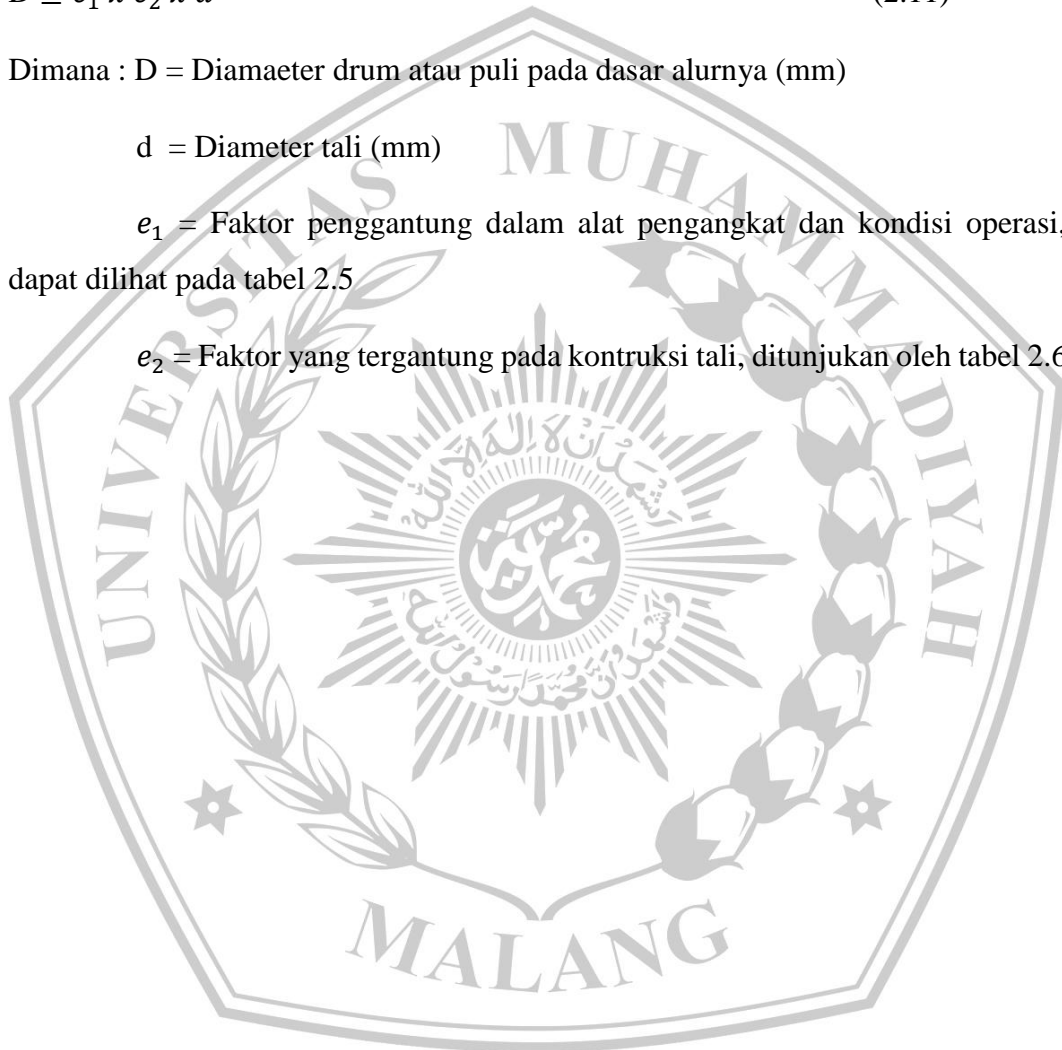
$$D \geq e_1 \times e_2 \times d \quad (2.11)$$

Dimana :  $D$  = Diameter drum atau puli pada dasar alurnya (mm)

$d$  = Diameter tali (mm)

$e_1$  = Faktor penggantung dalam alat pengangkat dan kondisi operasi, dapat dilihat pada tabel 2.5

$e_2$  = Faktor yang tergantung pada kontruksi tali, ditunjukan oleh tabel 2.6



Tabel 2. 6 Harga faktor  $e_2$ 

| Kontruksi Tali                     | $e_2$ |
|------------------------------------|-------|
| Biasa : $6 \times 19 = 114 + 1$    |       |
| Posisi Berpotongan                 | 1,00  |
| Posisi sejajar                     | 0,90  |
| Compound : $6 \times 19 = 114 + 1$ |       |
| a) Warrington                      |       |
| Berpotongan                        | 0,90  |
| Sejajar                            | 0,85  |
| b) seale                           |       |
| Berpotongan                        | 0,95  |
| Sejajar                            | 0,85  |
| Biasa : $6 \times 37 = 222 + 1$    | 1,00  |
| Berpotongan                        | 0,90  |
| Sejajar                            |       |

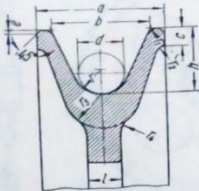
(Sumber : Rudenko, hal 42)

Setelah menemukan diameter minimum puli dan diameter tali, maka bentuk puli bisa dicari dari tabel 2.7 yang ada di bawah.



Tabel 2. 7 Bentuk roda puli

**Roda Puli Tadi untuk Tali Kawat Baja, mm**



| Diameter tali | a   | b  | c  | e   | h    | l  | r    | r <sub>1</sub> | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> |
|---------------|-----|----|----|-----|------|----|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 4,8           | 22  | 15 | 5  | 0,5 | 12,5 | 8  | 4,0  | 2,5            | 2,0            | 8              | 6              |
| 6,2           | 22  | 15 | 5  | 0,5 | 12,5 | 8  | 4,0  | 2,5            | 2,0            | 8              | 6              |
| 8,7           | 28  | 20 | 6  | 1,0 | 15,0 | 8  | 5,0  | 3,0            | 2,5            | 9              | 6              |
| 11,0          | 40  | 30 | 7  | 1,0 | 25,0 | 10 | 8,5  | 4,0            | 3,0            | 12             | 8              |
| 13,0          | 40  | 30 | 7  | 1,0 | 25,0 | 10 | 8,5  | 4,0            | 3,0            | 12             | 8              |
| 15,0          | 40  | 30 | 7  | 1,0 | 25,0 | 10 | 8,5  | 4,0            | 3,0            | 12             | 8              |
| 19,5          | 55  | 40 | 10 | 1,5 | 30,0 | 15 | 12,0 | 5,0            | 5,0            | 17             | 10             |
| 24,0          | 65  | 50 | 10 | 1,5 | 37,0 | 18 | 14,5 | 5,0            | 5,0            | 20             | 15             |
| 28,0          | 80  | 60 | 12 | 2,0 | 45,0 | 20 | 17,0 | 6,0            | 7,0            | 25             | 15             |
| 34,5          | 90  | 70 | 15 | 2,0 | 55,0 | 22 | 20,0 | 7,0            | 8,0            | 28             | 20             |
| 39,0          | 110 | 85 | 18 | 2,9 | 65,0 | 22 | 25,0 | 9,0            | 10,0           | 40             | 30             |

(Sumber : Rudenko, hal 71)

## 2.9 Perancangan Poros

Ada beberapa tahapan yang harus digunakan dalam merancang poros, yaitu sebagai berikut :

- Memilih bahan yang akan digunakan
- Menentukan pembebanan pada poros

$$\text{Beban vertikal (Fr)} = W_{ts} + Q + W_p \quad (\text{Kg}) \quad (2.12)$$

Dimana :  $W_{ts}$  = Berat total sangkar (kg)

$Q$  = Kapasitas (kg)

$W_p$  = Berat puli (kg)

- Mencari reaksi yang terjadi
- Mencari momen bending yang terjadi
- Menghitung torsi equivalen

Dalam menghitung torsi equivalen dapat menggunakan persamaan berikut yang dirujuk dari Khurmi (2005).

$$T_e = \sqrt{(K_m \times M_c)^2 + (K_t \times T)^2} \quad (\text{kg.mm}) \quad (2.13)$$

Dimana :  $K_t$  = Faktor koreksi untuk momen puntir (Ref. Sularso, hal 8)

$k_m$  = Faktor lentur (Ref. Sularso, hal 17)

$M_c$  = Momen bending pada poros (kg.mm)

$T$  = Torsi poros (kg.mm)

- Menentukan diameter poros

Dalam menentukan diameter poros dapat menggunakan rumus sebagai berikut yang dirujuk dari Khurmi (2005)

$$T_e = \frac{\pi}{16} \times \tau_{izin} \times d^3 \quad (2.14)$$

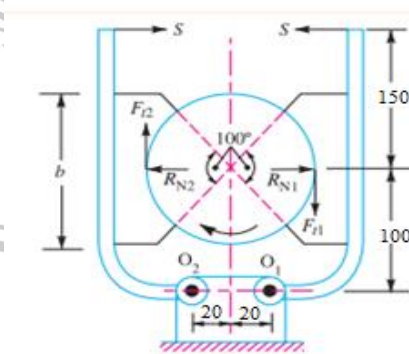
Dimana :  $T_e$  = Torsi equivalen (kg.mm)

$\tau_{izin}$  = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

$d$  = Diameter poros (mm)

## 2.10 Perencanaan Rem

Rem digunakan untuk memperlambat kecepatan elevator lift saat akan menuju lantai yang diharapkan. Ketika elektromagnet mendapatkan arus listrik maka kemudian akan timbul gaya magnet dan tuas akan tertarik menekan pegas, maka rem menekan poros. Gambar dari rem ditunjukkan pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Rem Sepatu Elektromagnetik

(Sumber : Machine Design, hal 931)

- Mencari daya pengereman pada sepatu kanan

Dapat menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari Khurmi (2005)

$$S \times 250 = R_{n1} \times 100 + F_{t1} (40 - 20) = \left( \frac{F_{t1}}{\mu'} \times 100 \right) + (F_{t1} \times 20) \quad (2.15)$$

Dimana : S = Kekuatan pegas yang diperlukan (N)

$R_{n1}$  = Reaksi normal sepatu sebelah kanan (N)

$F_{t1}$  = Gaya pengeraman pada sepatu sebelah kanan (N)

- Mencari daya pengeraman pada sepatu kiri

Dapat menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari Khurmi (2005)

$$S \times 250 + F_{t2} (40 - 20) = R_{n2} \times 100 \quad (2.16)$$

Dimana :  $R_{n2}$  = Reaksi normal sepatu sebelah kiri (N)

$F_{t2}$  = Gaya pengeraman pada sepatu sebelah kiri (N)

- Kapasitas torsi rem

Dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari Khurmi (2005).

$$T = (F_{t1} + F_{t2}) R \quad (2.17)$$

Dimana : R = Radius poros (mm)

- Proyeksi daerah bantalan satu sepatu

Dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari Khurmi (2005).

$$A_b = b (2 R \sin \theta) \quad (\text{dm}^2) \quad (2.18)$$

Dimana : b = Lebar sepatu (mm)

- Gaya normal sepatu sebelah kanan

Untuk menghitung gaya normal pada sepatu sebelah kanan bisa menggunakan rumus berikut yang dirujuk Khurmi (2005)

$$R_{n1} = \frac{F_{t1}}{\mu'} \quad (\text{N}) \quad (2.19)$$

Dimana :  $\mu'$  = Koefisien gesek equivalen

- Gaya normal sepatu sebelah kiri

Untuk menghitung gaya normal pada sepatu sebelah kiri bisa menggunakan rumus berikut yang dirujuk Khurmi (2005)

$$R_{n2} = \frac{F_{t2}}{\mu'} \quad (\text{N}) \quad (2.20)$$

- Tekanan satuan aman bahan

Dapat ditentukan menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari Khurmi (2005)

$$P_b = \frac{R_{n2}}{A_b} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.21)$$

Dimana :  $P_b$  = Tekanan satuan aman bahan ( $\text{N/mm}^2$ )

$R_{n2}$  = Gaya normal sepatu sebelah kiri (N)

$A_b$  = Luas proyeksi bantalan satu sepatu ( $\text{mm}^2$ )

## 2.11 Perancangan Kopling

Kopling yang akan dirancang adalah kopling flange tetap yang akan menghubungkan poros dari motor dengan poros puli penggerak utama. Ada beberapa tahapan untuk merancang kopling flange, yaitu :

- Memilih bahan yang akan digunakan pada kopling
- Menghitung diameter hub

Diameter dari hub dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017)

$$D = 2 \times d \quad (\text{mm}) \quad (2.22)$$

Dimana :  $D$  = Diameter hub (mm)

$d$  = Diameter poros (mm)

- Mengecek tegangan geser yang terjadi pada hub

Pengecekan tegangan geser dapat menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017).

$$f_s = \frac{T}{\left(\frac{\pi}{16}\right) \times \left(\frac{D^4 - d^4}{D}\right)} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.23)$$



Dimana :  $T$  = Torsi (N.mm)

$D$  = Diameter luar hub (mm)

$d$  = Diameter poros (mm)

- Tebal flange

Tebal dari flange dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017).

$$t_f = 0,5 \times d \quad (\text{mm}) \quad (2.24)$$

Dimana :  $t_f$  = Tebal flange (mm)

$d$  = Diameter poros (mm)

- Pengecekan tegangan geser pada flange

Tegangan geser yang terjadi pada flange bisa diketahui dengan menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017).

$$f_s = \frac{T}{\frac{\pi \times D^2}{2} \times t_f} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.25)$$

Dimana :  $T$  = Torsi (N.mm)

$D$  = Diameter hub (mm)

$t_f$  = Tebal flange (mm)

- Tebal protective circumferential flange

Dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017).

$$T_p = 0,25 \times d \quad (\text{mm}) \quad (2.26)$$

- Jumlah baut yang digunakan

Jumlah baut,  $n = 3$ , untuk  $d$  sampai 40 mm

= 4, untuk  $d$  sampai 100 mm

= 6, untuk  $d$  sampai 180 mm

(Ir. Ali Saifullah, MT. Bahan ajar elemen mesin II, 2017)

- Pitch circle diameter baut

Dengan menggunakan rumus berikut yang dirujuk bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017), maka akan diketahui.

$$D1 = 3 \times d \quad (\text{mm}) \quad (2.27)$$

- Menentukan diameter baut

Dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017)

$$d1^2 = \frac{T}{\frac{\pi}{4} \times f_s \text{ izin} \times n \times \frac{D1}{2}} \quad (\text{mm}) \quad (2.28)$$

Dimana :  $f_s \text{ izin}$  = tegangan geser bahan poros ( $\text{N/mm}^2$ )

$T$  = Torsi ( $\text{N.mm}$ )

$n$  = Jumlah baut

$D1$  = Pitch circle diameter baut (mm)

- Tegangan pecah yang terjadi pada flange

Dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017)

$$f_c = \frac{T}{n \times d1 \times t_f \times \frac{D1}{2}} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.29)$$

- Diameter luar flange

Untuk menemukan ukuran diameter luar flange dapat menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017)

$$D2 = (2 \times D1) - D \quad (\text{mm}) \quad (2.30)$$

Dimana :  $D1$  = Pitch circle diameter baut (mm)

$D$  = Diameter hub (mm)

- Panjang kopling

Dalam menentukan panjang dari kopling dapat menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017)

$$L_k = 3,5 \times d \quad (\text{mm}) \quad (2.31)$$

- *Pasak*

Untuk menentukan lebar dan tebal dari pasak dapat menggunakan tabel 1.8 yang dirujuk dari Sularso (1978). Kemudian untuk menentukan panjang dari pasak menggunakan rumus berikut yang dirujuk dari bahan ajar Ir, Ali Syaifullah, MT Elemen Mesin II (2017).

$$L = \frac{T}{b \times f_s \times \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (\text{mm}) \quad (2.32)$$

Dimana :  $L$  = Panjang pasak (mm)

$b$  = Lebar pasak (mm)

$f_s$  izin = Tegangan geser izin bahan ( $\text{N/mm}^2$ )

